

不同理化因子对荒漠生物结皮中三种蓝藻生长的影响

郑云普^{1,2}, 赵建成¹, 张丙昌³, 徐明², 梁红柱¹, 李敏¹

(1.河北师范大学生命科学院, 河北 石家庄 050016; 2.中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3.中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 对实验室分离荒漠生物结皮中的具鞘微鞘藻(*Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom.)、眼点伪枝藻(*Scytonema ocellatum* Lyngb)、地木耳(*Nostoc commune* Vauch.) 3种蓝藻分别进行了培养, 利用正交设计的方法研究了 pH 值、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 4 种理化因子对其生长的影响, 初步探讨了 3 种蓝藻在实验室内生长所需的最适生理条件。研究表明, 具鞘微鞘藻的最适生理条件: pH 值为 8, Ca^{2+} 浓度为 3.54×10^{-5} mol/L, Mg^{2+} 浓度为 5.1×10^{-5} mol/L, K^+ 浓度为 1.345×10^{-5} mol/L; 眼点伪枝藻的最适生理条件为: pH 值 9, Ca^{2+} 浓度为 1.77×10^{-5} mol/L, Mg^{2+} 浓度为 5.1×10^{-5} mol/L, K^+ 浓度为 2.69×10^{-5} mol/L; 地木耳的最适生理条件为: pH 值为 10, K^+ 浓度为 5.38×10^{-5} mol/L, Ca^{2+} 浓度为 1.77×10^{-5} mol/L, Mg^{2+} 浓度为 1.02×10^{-4} mol/L。

关键词: 生物结皮; 蓝藻; 理化因子

中图分类号: Q945.3; Q949.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)01-0206-06

荒漠地表生物结皮是由土壤微生物、藻类、地衣和苔藓植物等孢子植物类群与土壤形成的有机复合体^[1-5]。由于生物参与了这种结皮的形成, 使荒漠土壤表面具有更强的抗风蚀、水蚀功能, 对于荒漠地区的水土保持以及防风固沙方面具有重要的作用^[6-9]。荒漠藻类是结皮生物中的主要组成部分, 故也常被称为藻类结皮(Algae crust)。作为荒漠生境中的先锋拓殖植物之一, 荒漠藻类能够在极其恶劣的生态条件下生长、繁殖, 并且通过自身的活动影响并改变周围的微环境, 具有不可替代的生态学意义^[10-12]。

蓝藻是荒漠藻类中的主要类群, 它们不但能利用体外分泌的胞外聚合物粘结沙粒, 而且还可以通过光合作用及固氮活性增加荒漠土壤中碳、氮含量, 这对藻类结皮的形成及其结构的稳定具有非常重要的作用^[13]。具鞘微鞘藻(*Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom.)是荒漠藻类中的丝状种类, 同时也是荒漠地区藻结皮层中的优势成分, 它的藻丝体往往成束存在, 外面有共同胶鞘包裹, 甚至有些胶鞘之间亦相互缠绕, 这种结构在很大程度上增强了藻丝的抗拉力, 在藻类结皮抗风蚀、水蚀的过程中发挥着主要的作用^[5, 12]。眼点伪枝藻(*Scytonema ocellatum* Lyngb)和地木耳(*Nostoc commune* Vauch.)是荒漠藻类中主要的固氮种类, 它们可以利用体内固氮酶的活性来固定大气中游离的氮素, 在荒漠生态系统的

物质循环过程中起着举足轻重的作用^[14-17]。因此, 本研究利用从古尔班通古特沙漠生物结皮中纯化分离的具鞘微鞘藻、眼点伪枝藻、地木耳, 在实验室条件下研究了 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 以及 pH 值 4 种理化因子对其生长影响, 以期筛选出 3 种藻类的最适生理条件, 为进一步完善生物结皮的人工培养奠定理论基础。

1 研究区概况

古尔班通古特沙漠位于新疆准噶尔盆地腹地(44°11' ~ 46°20'N, 84°31' ~ 90°00'E), 面积约为 4.88 万 km², 是我国最大的半固定沙漠。其南缘区与源出天山的冲积、洪积扇缘相接, 构成了天山北坡至盆地自然垂直带的基带。该沙漠年平均降水量普遍不超过 150 mm, 沙漠腹地仅有 70 ~ 100 mm, 并且主要集中于春季。该地区还有由白梭梭(*Haloxylon persicum*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)和其它沙生植物构成的小半乔木荒漠。同时, 具有发育良好的短命和类短命植物。除此以外, 该沙漠地表还具有发育良好的生物结皮^[18, 19]。

2 材料与方法

2.1 材料的获得

于 2007 年 8 月采集于新疆古尔班通古特沙漠的生物结皮土样。实验中将野外采集的结皮土样放

收稿日期: 2008-12-18

基金项目: 国家自然科学基金(40571085, 40771114, 30670152); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(NKZCX2-YW-336)

作者简介: 郑云普(1981—), 男, 河北邱县人, 在读硕士, 主要从事植物生态学研究。E-mail: zhengyunpu_000@sina.com。

通讯作者: 赵建成。E-mail: zhaojiancheng@mail.hebtu.edu.cn。

入无菌塑料封口袋,尽快运回实验室;样品经研磨、过筛,放入 BG-11 液体培养基中进行培养,2 周后获得混合藻液。然后取不同浓度的混合藻液接种于 BG-11 固体培养基中^[15],培养 4 周后,固体培养基中呈现出形态、颜色均不相同的藻落,在超净工作台上分别将它们纯化分离。然后,利用日本产 OLYMPUS 显微镜观察其形态,并根据藻类分类学文献资料进行鉴定,确定它们分别为具鞘微鞘藻、眼点伪枝藻、地木耳(图 1)。

2.2 生态因子梯度的设定

根据 K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 在古尔班通古特沙漠土壤中的浓度,以在 BG-11 标准液中的浓度为标准 (K^+ : 2.69×10^{-3} mol/L; Ca^{2+} : 1.17×10^{-4} mol/L; Mg^{2+} : 1.02×10^{-4} mol/L),分别将其浓度和 pH 值各设 4 个梯度(表 1)。

2.3 多因素正交设计

依据相关文献^[20],将温度和光照强度分别固定为蓝藻生长所需的最适条件即 25℃ 和 0.06

mmol/(m²·s),然后再对 pH 值、 Ca^{2+} 浓度、 Mg^{2+} 浓度、 K^+ 浓度 4 个因素进行正交设计,每个因素取 4 个水平,共得到 16 种处理(表 2)。

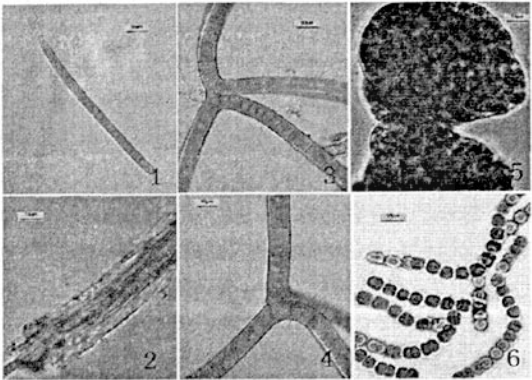


图 1 蓝藻形态(1,2 具鞘微鞘藻;3,4 眼点伪枝藻;5,6 地木耳)
Fig.1 The shape of Cyanobacteria (1-2, *Microcoleus vaginatus*; 3-4, *Scytonema ocellatum*; 5-6, *Nostoc commune*)

表 1 理化因子及其梯度
Table 1 Physico-chemical factors and their grades

理化因子 Physico-chemical factor	梯度 Gradient
K^+	0.583×10^{-5} mol/L、 1.345×10^{-5} mol/L、 2.69×10^{-5} mol/L、 5.38×10^{-5} mol/L
Ca^{2+}	1.77×10^{-5} mol/L、 1.77×10^{-4} mol/L、 3.54×10^{-5} mol/L、 8.85×10^{-5} mol/L
Mg^{2+}	2.04×10^{-5} mol/L、 5.1×10^{-5} mol/L、 1.02×10^{-4} mol/L、 2.04×10^{-4} mol/L
pH	8、9、10、11

表 2 正交设计表
Table 2 Orthogonal design table

处理编号 Treatment number	pH 值 pH value	Ca^{2+} 浓度(mol/L) Ca^{2+} concentration	Mg^{2+} 浓度(mol/L) Mg^{2+} concentration	K^+ 浓度(mol/L) K^+ concentration
1	8	1.77×10^{-5}	2.04×10^{-5}	0.583×10^{-5}
2	8	3.54×10^{-5}	5.10×10^{-5}	1.345×10^{-5}
3	8	8.85×10^{-5}	1.02×10^{-4}	2.69×10^{-5}
4	8	1.77×10^{-4}	2.04×10^{-4}	5.38×10^{-5}
5	9	1.77×10^{-5}	5.10×10^{-5}	2.69×10^{-5}
6	9	3.54×10^{-5}	2.04×10^{-5}	5.38×10^{-5}
7	9	8.85×10^{-5}	2.04×10^{-4}	0.583×10^{-5}
8	9	1.77×10^{-4}	1.02×10^{-4}	1.345×10^{-5}
9	10	1.77×10^{-5}	1.02×10^{-4}	5.38×10^{-5}
10	10	3.54×10^{-5}	2.04×10^{-4}	2.69×10^{-5}
11	10	8.85×10^{-5}	2.04×10^{-5}	1.345×10^{-5}
12	10	1.77×10^{-4}	5.10×10^{-5}	0.583×10^{-5}
13	11	1.77×10^{-5}	2.04×10^{-4}	1.345×10^{-5}
14	11	3.54×10^{-5}	1.02×10^{-4}	0.583×10^{-5}
15	11	8.85×10^{-5}	5.10×10^{-5}	5.38×10^{-5}
16	11	1.77×10^{-4}	2.04×10^{-5}	2.69×10^{-5}

2.4 叶绿素 a 的测定

蓝藻生物量可以用叶绿素 a 的浓度来表示^[21,22]。蓝藻在光照培养箱中培养 2 周后,用 TU-1800/1800S 紫外-可见分光光度计测定叶绿素 a 浓度^[23-25]。

具体测定方法如下:将培养的蓝藻藻液离心(4 000 rpm),保留沉淀;向沉淀中加入 1 mL 90% 丙酮研磨,然后,置于黑暗、低温处提取 8~20 h。将提取混合物离心(4 000 rpm)后,取上清液倒入具刻度离心管中;该操作重复 2~3 次,直至沉淀物不含色素为止,利用 90% 丙酮将上清液定容至 10 mL。将抽提后的上清液倒入 1 cm 光程的比色皿中,放入 TU-1800/1800S 紫外-可见分光光度计测定 665 nm 和 750 nm 处的光密度值,用提取剂丙酮作空白对照。加过量的 1 N 盐酸到盛有样品的比色皿中,再次测定 665 nm 和 750 nm 波长处的吸光度。

首先应计算出提取液在酸化前、后的光密度 E_b 和 E_a :

$$E_{665b} = D_{665b} - D_{750b} \quad E_{665a} = D_{665a} - D_{750a}$$

式中, D_{665b} 和 D_{750b} 是酸化前 665 nm 和 750 nm 波长处的吸光度; D_{665a} 和 D_{750a} 是酸化后 665 nm 和 750 nm 波长处的吸光度。

叶绿素 a (mg/m^3) = $(E_b - E_a) [R / (R - 1)] K$ (v/V_L)

式中, R 为最大配比 $R = E_b/E_a$, 纯叶绿素 a 的

R 为 1.7, 故 $R/(R-1) = 2.429$; K 为叶绿素 a 在 665 nm 处的比吸光系数的倒数乘以 1000, 叶绿素 a 在丙酮提取液中的比吸光系数为 89, 故 $K = 1000 \times 1/89 = 11.24$; v 为提取液总体积 (mL); V 为所离心藻液的体积 (mL); L 为分光光度计的比色皿的光程。

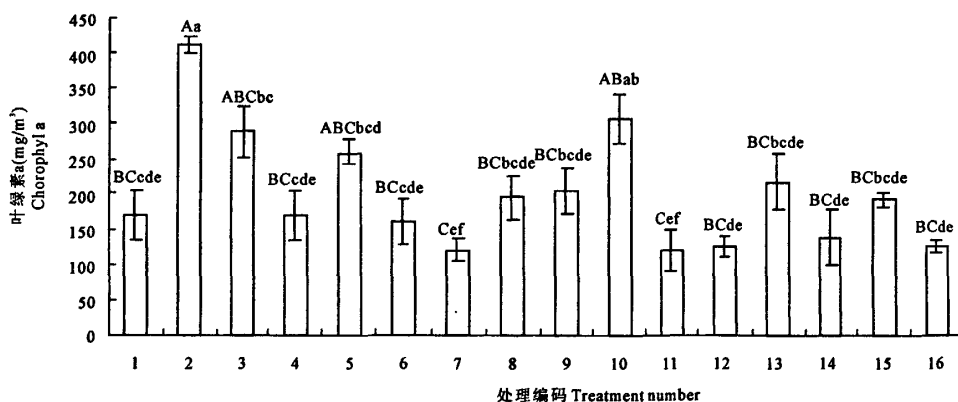
2.5 数据处理

本文数据均为每个处理重复培养 3 次, 取平均值和标准偏差。利用 STATISTIC 6.0 统计软件, 对各种处理的差异显著性进行方差检验和多重比较。

3 结果与分析

3.1 理化因子对具鞘微鞘藻生长的影响

研究结果显示, 第 2 种处理组合, 具鞘微鞘藻生物量最高(图 2)。方差分析结果表明, pH 值、 K^+ 浓度、 Ca^{2+} 浓度、 Mg^{2+} 浓度对具鞘微鞘藻生长的影响均呈极显著水平 ($P < 0.01$) (表 3)。多重比较表明, 2 号处理与 1、4、6、7、8、9、11、12、13、14、15、16 号处理之间的差异均为极显著水平; 10 号处理与 1、4、6、12、14 号处理之间、3 号处理与 2、7、11、12、14、16 号处理之间、5 号处理与 2、7、11 号处理之间的差异为显著水平。因此, 2 号处理为具鞘微鞘藻生长的最佳生理条件, 即 pH 值为 8, Ca^{2+} 浓度为 3.54×10^{-5} mol/L, Mg^{2+} 浓度为 5.1×10^{-5} mol/L, K^+ 浓度为 1.345×10^{-5} mol/L。



方柱上标有不同小写字母表示不同处理间叶绿素 a 含量差异显著 ($P < 0.05$), 方柱上标有不同大写字母表示不同处理间叶绿素 a 含量差异极显著 ($P < 0.01$), 下同。

The small and capital letters above the column mean the significance of difference of the content of chlorophyll a in each treatment at the levels of $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively. They are the same in the following.

图 2 理化因子对具鞘微鞘藻生长的影响

Fig. 2 The effect of physico-chemical factors on the growth of *Microcoleus vaginatus*

表 3 具鞘微鞘藻方差分析结果
Table 3 Variance analysis of *Microcoleus vaginatus*

效应值 Effect	平方和 SS	自由度 Freedom	方差 MS	F	P
截距 Intercept	1926743	1	1926743	858.8848	0.000000
pH**	59355	3	19785	8.8196	0.000172
Ca ²⁺ **	68583	3	22861	10.1908	0.000057
Mg ²⁺ **	65255	3	21752	9.6962	0.000085
K***	88820	3	29607	13.1977	0.000006

注:*,显著水平;**,极显著水平。下同。

Note: Note: *: the significance of difference at 0.05 level; **: the significance of difference at 0.01 levels, respectively. They are the same in the following.

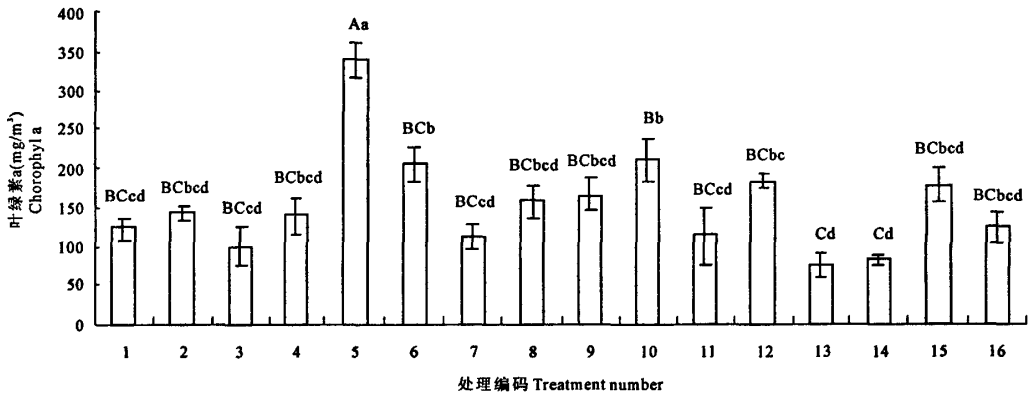


图 3 理化因子对眼点伪枝藻生长的影响
Fig.3 The effect of physico-chemical factors on the growth of *Scytonema ocellatum*

表 4 眼点伪枝藻方差分析结果
Table 4 Variance analysis of *Scytonema ocellatum*

效应值 Effect	平方和 SS	自由度 Freedom	方差 MS	F	P
截距 Intercept	1133078	1	1133078	487.8891	0.000000
pH**	58865	3	19622	8.4488	0.000234
Ca ²⁺ *	16595	3	5532	2.3819	0.086076
Mg ²⁺ **	54530	3	18177	7.8266	0.000398
K***	44979	3	14993	6.4558	0.001354

3.3 理化因子对地木耳生长的影响

对地木耳培养的结果显示,处理 9 得到地木耳的生物量最高(图 4)。pH 值对地木耳生长的影响达极显著水平($P < 0.01$),Ca²⁺、Mg²⁺对地木耳生长的影响达显著水平($P < 0.05$);然而 K⁺对地木耳生长的影响不显著($P > 0.05$)(表 5)。进一步多重比较显示,pH 值 8、9、10 之间地木耳的生物量差异不显著,而 pH 8、9、10 分别与 pH 11 之间的差异均为

3.2 理化因子对眼点伪枝藻生长的影响

在不同处理中,5 号处理眼点伪枝藻的生物量最高(图 3)。方差分析结果显示,pH 值、Mg²⁺浓度、K⁺浓度对眼点伪枝藻生长的影响均达极显著水平($P < 0.01$),而 Ca²⁺浓度对眼点伪枝藻生长的影响不显著($P > 0.05$)(表 4)。由多重比较可知,处理 5 与其它各处理的差异均为极显著水平;另外,处理 6、10 均与 3、7、11 差异显著,处理 13 与 12、15 差异也显著。因此,眼点伪枝藻生长所需的最适生理条件为: pH 值 9, Ca²⁺浓度为 1.77×10^{-5} mol/L, Mg²⁺浓度为 5.1×10^{-5} mol/L, K⁺浓度为 2.69×10^{-5} mol/L。

极显著水平;并且在 pH 8、9、10、11 四个梯度中,pH 10 地木耳的生物量最高,为地木耳生长的最佳 pH 值。在 pH 10 的 4 种处理中,处理 9 与处理 10、处理 12 差异显著,而处理 11 差异不显著;处理 10、处理 11、处理 12 之间差异不显著,并且处理 9 地木耳生物量最高。因此,地木耳在室内环境下培养所需的最适生理条件为:pH 值为 10, K⁺浓度为 5.38×10^{-5} mol/L, Ca²⁺浓度为 1.77×10^{-5} mol/L, Mg²⁺浓度为 1.02×10^{-4} mol/L。

表 5 地木耳方差分析结果
Table 5 Variance analysis of *Nostoc commune*

效应值 Effect	平方和 SS	自由度 Freedom	方差 MS	F	P
截距 Intercept	349841.0	1	349841.0	501.7084	0.000000
pH**	137849.2	3	45949.7	65.8967	0.000000
Ca ²⁺ **	5937.6	3	1979.2	2.8384	0.044491
Mg ²⁺ **	7796.6	3	2598.9	3.7271	0.015340
K*	702.1	3	234.0	0.3356	0.799624

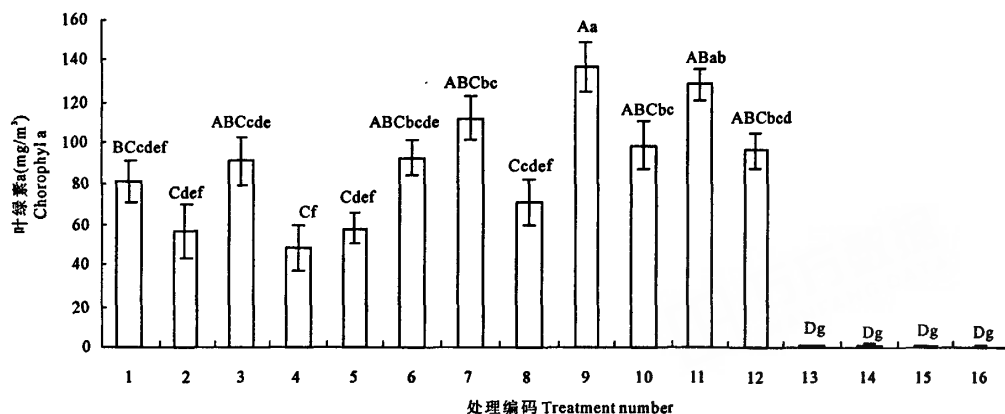


图 4 理化因子对地木耳生长的影响

Fig.4 The effect of physico-chemical factors on the growth of *Nostoc commune*

4 讨 论

pH 值在藻类植物整个生长周期中起着极其关键的作用, pH 值的高低直接影响着藻细胞内部各种生理、生化反应进程^[26-28]。在本研究中, 培养液 pH 值的变化对三种蓝藻生长的影响均呈极显著水平, 说明 pH 值与蓝藻的生理活动密切相关, 尤其是对矿质离子的吸收方面具有重要的作用: (1) 组成细胞质的蛋白质是两性电解质, 而氨基酸在弱碱性环境中带负电荷, 易于吸附外界溶液中的阳离子, 这将在一定程度上促进蓝藻对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 等矿质离子的吸收。 (2) 尽管蓝藻能够忍耐较高的 pH 值, 但是高 pH 值一般对藻类生长不利, 而且这种不利影响总与离子强度相伴发生^[29]; 当培养液 pH 值逐渐增高并且达到某一临界值后, 培养液中的氢氧根离子会大量增加, 引起 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等逐渐形成不溶解状态, 培养液中能被藻类利用的矿质离子急剧减少, 影响了藻类正常的生理代谢过程, 最终导致藻类生物量的降低。

Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 K^{+} 等矿质离子对藻类植物的生理代谢活动起着重要的调节作用^[30,31]。在本研究中同一种矿质离子对不同种蓝藻生长的影响水平亦不相同。 Ca^{2+} 对具鞘微鞘藻的影响达极显著水平, 对地木耳的影响达显著水平, 而对眼点伪枝藻无影响; Mg^{2+} 对具鞘微鞘藻、眼点伪枝藻的影响均达极显著水平, 对地木耳的影响达显著水平; K^{+} 对具鞘微鞘藻、眼点伪枝藻的影响均达极显著水平, 而对地木耳生长的影响不显著。笔者认为, 造成上述结果的原因可能是由不同藻种对离子吸收的特异性引起的, 而藻类的这种离子吸收特异性机理有待进一步的深入研究。

参 考 文 献:

- [1] Belnap J, Lange O L. Biological soil crusts: Characteristics and distribution[C]// Belnap J, Lange, O L. Biological Soil Crusts: Structure, Function and Management. Berlin: Springer-Verlag, 2001.
- [2] 张丙昌, 张元明, 赵建成. 古尔班通古特沙漠生物结皮藻类的组成和生态分布研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(10): 2048—2055.
- [3] 赵建成, 张丙昌, 张元明. 新疆古尔班通古特沙漠生物结皮绿藻研究[J]. 干旱区研究, 2006, 23(2): 189—194.
- [4] Belnap J, Gardner J S. Soil microstructure in soils of the Colorado Plateau: the role of the cyanobacterium *Microcoleus vaginatus* [J]. Great Basin Naturalist, 1993, 53: 40—47.
- [5] Sanya H, Hu C X, Berit S P, et al. A physico-chemical comparative study on extracellular carbohydrate polymers from five desert algae[J]. Carbohydrate Polymers, 2003, 54: 27—32.
- [6] Durrell L W, Shield L W. Characteristics of soil algae relation to crust formation[J]. Trans Am Microbiol Soc, 1961, 80(1): 73—79.
- [7] Issa O M, Trichet J, Defarge C, et al. Morphology and microstructure of microbiotic soil crusts on a tiger bush sequence[J]. Catena, 1999, 37: 175—196.
- [8] Evans R D, Ehleringer J R. A break in the nitrogen cycle in arid lands? Evidence from N15 of soils[J]. Oecologia, 1993, 94: 314—317.
- [9] Zhang Y M, Pan H X, Pan B R. Distribution characteristics of biological soil crust on sand dune surface in Gurbantugut Desert, Xinjiang [J]. Chinese Journal of Soil and Water Conservation, 2004, 18: 61—64.
- [10] Nash T H, White S L, Marsh J E. Lichen and moss distribution and biomass in hot desert ecosystems [J]. Bryologist, 1979, 80: 470—479.
- [11] 胡春香, 刘永定, 张德禄, 等. 荒漠藻结皮的胶结机理[J]. 科学通报, 2002, 47(12): 931—937.
- [12] 陈兰周, 刘永定, 宋立荣. 微鞘藻胞外多糖在沙漠土壤成土中的作用[J]. 水生生物学, 2002, 26(2): 155—159.
- [13] 胡春香, 刘永定, 宋立荣, 等. 半荒漠藻结皮中藻类的种类组成和分布[J]. 应用生态学报, 2000, 11(1): 61—65.

- [14] 胡春香,刘永定,宋立荣.宁夏沙坡头地区藻类及其分布[J].水生生物学报,1999,23(5):443—448.
- [15] Sanya H, Hu C X, Berit S P, et al. A physico-chemical comparative study on extracellular carbohydrate polymers from five desert algae [J]. Carbohydrate Polymers, 2003, 54: 27—32.
- [16] 洪英,李尧英,黎尚豪.柴达木盆地荒漠土壤蓝藻群落的初步研究[J].植物学报,1992,34(3):161—168.
- [17] Hu C X, Liu Y D, Berit S P, et al. Extracellular carbohydrate polymers from five desert soil algae with different cohesion in the stabilization of fine sand grain[J]. Carbohydrate Polymers, 2003, 54: 33—42.
- [18] Belnap J, Gillette D A. Vulnerability of desert soil surfaces to wind erosion: Impacts of soil texture and disturbance[J]. Journal of Arid Environments, 1998, 39: 133—142.
- [19] Chen L Z, Li D H, Liu Y D. Salt tolerance of *Microcoleus vaginatus* Gom., a cyanobacterium isolated from desert algae crust, was enhanced by exogenous carbohydrates [J]. Journal of Arid Environments, 2003, 55: 645—656.
- [20] 谢作明,刘永定,陈兰洲,等.不同培养条件对具鞘微藻生物量和多糖产量的影响[J].水生生物学报,2008,32(2):272—275.
- [21] 吴楠,梁少民,王红玲,等.动物践踏干扰对生物结皮中微生物生态分布的影响[J].干旱区研究,2006,23(1):50—55.
- [22] 施定基.发菜的光合作用、呼吸作用和形态学的研究[J].植物学报,1992,34(7):507—514.
- [23] 刘霞.密云水库水体富营养化研究[D].北京:首都师范大学,2001:16—17.
- [24] 戴荣继,黄春,佟斌.藻类叶绿素及其降解产物的测定方法[J].中央民族大学学报(自然科学版),2004,13(1):75—80.
- [25] Melting B. The systematics and ecology of soil algae[J]. The Botanical Review, 1981, 47: 195—212.
- [26] 潘瑞炽,董恩德.植物生理学(第二版)[M].北京:高等教育出版社,1994.
- [27] 李博,杨持,林鹏.生态学[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [28] 李卫红,任天瑞,周智彬.新疆古尔班通古特沙漠生物结皮的土壤理化性质分析[J].冰川冻土,2005,27(4):619—626.
- [29] Shields L M, Durrell L W. Algae in relation to soil fertility[J]. The Botanical Review, 1964, 30(1): 92—128.
- [30] 周志刚,程子俊,刘志礼.沙漠结皮中藻类生态的研究[J].生态学报,1995,15(4):385—391.
- [31] 刘永定,黎尚豪.土壤藻类及其生理生态[J].水生生物学报,1993,17(3):272—277.

Influences of different physico-chemical factors on three Cyanobacteria separated from biological soil crusts

ZHENG Yun-pu^{1,2}, ZHAO Jian-cheng¹, ZHANG Bing-chang³, XU Ming², LIANG Hong-zhu¹, LI Min¹

(1. College of Life Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei 050016, China;

2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

3. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: *Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom., *Scytonema ocellatum* Lyngh and *Nostoc commune* Vauch. separated from biological soil crusts were cultured primarily under laboratory conditions. Meanwhile, the influences of different physico-chemical factors on them were also analyzed by orthogonal design. The results suggest that the best culturing conditions of *Microcoleus vaginatus*, *Scytonema ocellatum*, *Nostoc commune* is pH 8, Ca^{2+} concentration is 3.54×10^{-5} mol/L and Mg^{2+} concentration is 5.1×10^{-5} mol/L, K^{+} concentration is 1.345×10^{-5} mol/L; pH 9, Ca^{2+} concentration is 1.77×10^{-5} mol/L, Mg^{2+} concentration is 5.1×10^{-5} mol/L and K^{+} concentration is 2.69×10^{-5} mol/L; pH 10, Ca^{2+} concentration is 1.77×10^{-5} mol/L, Mg^{2+} concentration is 1.02×10^{-4} mol/L and K^{+} concentration is 5.38×10^{-5} mol/L.

Keywords: biological soil crusts; cyanobacteria; physico-chemical factor